



FACULDADE DE  
MEDICINA DENTÁRIA  
UNIVERSIDADE DO PORTO

# **Influência da manutenção dos acopladores e das turbinas no fluxo de refrigeração**

---

*José Bruno Magalhães Pinheiro*

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

Porto, 2017

U.C. Dissertação de Investigação/Relatório de Atividade Clínica



# **Influência da manutenção dos acopladores e das turbinas no fluxo de refrigeração**

---

*José Bruno Magalhães Pinheiro*

*5ºano – MIMD*

[josebrunopinheiro@gmail.com](mailto:josebrunopinheiro@gmail.com)

*Dissertação de Investigação/ Relatório de Atividade Clínica submetido à Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto para obtenção do grau de mestre em Medicina Dentária*

**Orientador:** Paulo Jorge Rocha Almeida

Assistente convidado da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

**Co-orientador:** João Carlos Antunes Sampaio Fernandes

Professor catedrático Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

“If you understand failure you won’t be afraid of it anymore.

You will only fail when decide not to try again,

so it’s entirely in your control.

Once you understand failure, it’s impossible to fail.”

**- *L.G.M.***

## **Agradecimentos**

Durante a realização da monografia, contei com a cooperação, dedicação e encorajamento de várias pessoas a quem não posso deixar de agradecer.

Ao Prof. Paulo Rocha e ao Prof. Sampaio Fernandes, meus orientadores científicos e docentes de da unidade curricular Prótese Fixa, que me guiaram na realização desta monografia, partilhando comigo o seu trabalho, experiência e sabedoria.

Aos meus pais, que sempre me valorizaram, acreditaram no meu trabalho e dedicação, e nunca pararam de me incentivar a dar o melhor, sempre com todo o apoio, toda a ajuda, disponibilidade incondicional e ainda com a maior compreensão pelo tempo que não lhes dediquei.

Aos meus colegas Fábio Rodrigues e Sérgio Caniço, pela entre-ajuda, companheirismo, partilha de conhecimentos e discussão de ideias, que enriqueceram este projecto.

À Joana, pela ajuda, pelo apoio nos dias menos bons, pelo entusiasmo nos dias bons, e pela companhia, que tornou este percurso menos exaustivo.

## Índice Geral

Índice de Tabelas.....	VIII
Índice de Figuras .....	VIII
Resumo .....	1
Palavras-Chave .....	2
Abstract.....	3
Keywords.....	4
Introdução.....	5
1.Refrigeração da turbina dentária.....	5
2. Manutenção das turbinas e acopladores dentários.....	8
3. Objetivos	
Material e Métodos.....	9
Materiais.....	9
Procedimentos.....	10
1.Obtenção dos dados.....	10
2. Análise estatística.....	15
Resultados.....	16
1. Comparação das temperaturas da água de refrigeração (°C) antes e após a manutenção.....	21
2. Comparação dos caudais de fluxo da água de refrigeração, antes e após a manutenção (mL/min).....	22
Discussão.....	25
Conclusões.....	30
Bibliografia.....	31

## Índice de Tabelas

<u>Tabela 1:</u> Caraterísticas da turbina KaVo SMARTtorque LUX S619 L.....	6
<u>Tabela 2:</u> Etapas da manutenção de turbina recorrendo ao sistema de limpeza Smart Cleaner® da Strauss & Co.....	9
<u>Tabela 3:</u> Distribuição da variável Temperaturas das águas de refrigeração aos 60 segundos e diferenças acumuladas por momento.....	12
<u>Tabela 4:</u> Distribuição da variável Caudal do fluxo da água de refrigeração e diferenças acumuladas por momento.....	13
<u>Tabela 5:</u> Resultados obtidos da análise estatística da variável temperaturas da água de refrigeração (°C), entre os dois momentos.....	16
<u>Tabela 6:</u> Teste de Wilcoxon – Temperatura da água aos 60 segundos ao nível do Acoplador conectado à Mangueira.....	17
<u>Tabela 7:</u> Teste de Wilcoxon – Temperatura da água aos 60 segundos ao nível da turbina conectado ao acoplador e à Mangueira.....	17
<u>Tabela 8:</u> Resultados obtidos da análise estatística da variável Caudal do fluxo das águas de refrigeração, entre os dois momentos.....	18
<u>Tabela 9:</u> Teste de Wilcoxon – Caudal do fluxo da água de refrigeração ao nível do acoplador conectado à Mangueira.....	18
<u>Tabela 10:</u> Teste de Wilcoxon – Caudal do fluxo da água de refrigeração ao nível da turbina conectada ao acoplador e à Mangueira.....	19
<u>Tabela 11:</u> Coeficiente de Spearman entre as variáveis em estudo nos dois momentos.....	20

## Índice de Figuras

<u>Figura.1:</u> Acoplador Kavo 465 LED.....	7
<u>Figura 2:</u> Turbina Kavo SMARTorque LUX - S619 L.....	8
<u>Figura 3:</u> Lubrificação da cabeça da turbina.....	9
<u>Figura 4:</u> Lubrificação da base da turbina.....	9
<u>Figura 5:</u> Lubrificação do acoplador.....	9
<u>Figura 6:</u> Temperaturas médias das águas de refrigeração aos 60 segundos (°C).....	13
<u>Figura 7:</u> Caudais dos fluxos médios das águas de refrigeração (mL/min).....	14
<u>Figura 8:</u> Temperaturas da água de refrigeração registadas nas turbinas antes e após a manutenção, em relação aos 35°C (°C).....	15
<u>Figura 9:</u> Caudais de fluxo da água de refrigeração registadas nas turbinas, antes e após a manutenção, em relação ao valor de 50mL/min (mL/min).....	16



## Resumo

**Introdução:** A refrigeração de uma turbina dentária é imprescindível na prática clínica quando realizamos preparações dentárias. É fundamental de forma a maximizar a eficiência de corte e também para evitar o dano pulpar inerente ao aumento da temperatura intrapulpar dos dentes provocado pelas preparações dentárias.

**Objetivos:** Esta investigação tem como objetivos estudar a influência da manutenção das turbinas dentárias e acopladores na refrigeração, nomeadamente ao nível da temperatura da água de refrigeração e das taxas de fluxo do líquido de refrigeração; e identificar também se o equipamento utilizado na Faculdade de Medicina Dentária do Porto respeita os valores de temperatura e os valores de taxas de fluxo da água de refrigeração descritos na literatura existente.

**Material e Métodos:** Foram medidas as temperaturas e os caudais de fluxo da água de refrigeração de 20 equipamentos dentários associados a 20 acopladores e a 20 turbinas dentárias pertencentes a alunos do 4º e 5º ano da Faculdade de Medicina Dentária do Porto. Estas mesmas medições foram também realizadas depois de efetuada a manutenção dos acopladores e das turbinas.

**Resultados:** Foi observado que a manutenção apresentou influência estatisticamente significativa, ( $p=0,000$ ) com 95% de confiança, nos valores de temperatura e nos valores de caudal de fluxo da água de refrigeração, ao nível das turbinas. Ao nível do acoplador, a manutenção apresentou influência estatisticamente significativa nos caudais de fluxo da água de refrigeração ( $p=0,000$ ) ao contrário do que observado nas temperaturas da água de refrigeração ( $p=0,474$ ).

As temperaturas da água de refrigeração registadas ao nível das 20 turbinas, antes e depois da manutenção, mantêm-se abaixo dos 35°C. Os caudais de fluxo das águas de refrigeração aumentaram os seus valores após a manutenção, registando apenas 3 turbinas abaixo dos 50 mL/min.

Foram detetadas correlações fortes ( $r>0,500$ ) entre as duas variáveis

**Conclusões:** A manutenção dos acopladores e turbinas exerce influência estatisticamente significativa na refrigeração, tanto ao nível dos valores dos caudais de fluxo como nos valores de temperatura da água de refrigeração.

A refrigeração dos equipamentos dentários da Faculdade de Medicina Dentária do Porto respeitam os valores de temperatura ( $<35^{\circ}\text{C}$ ) e os valores de caudais de fluxo ( $>50$  mL/min) descritos na literatura.

Correlação forte entre as duas variáveis. Quando registados caudais de fluxo de água de refrigeração mais elevados, estes eram acompanhados por temperaturas da água de refrigeração também mais elevadas.

## **Palavras-Chave**

Refrigeração Dentária

Turbina Dentária

Trauma pulpar

Calor Pulpar

Eficiência de corte

Taxa de corte

## Abstract

**Introduction:** The cooling of a dental turbine is essential in clinical practice when performing dental preparations. It is fundamental in order to maximize cutting efficiency and also to avoid the pulpal damage inherent in the increase in the intrapulpal temperature of the teeth caused by dental preparations.

**Objectives:** This research aims to study the influence of the maintenance of the dental turbines and couplers in the refrigeration, namely to the temperature of the cooling water and the rates of flow of the coolant; And also to identify if the equipment used in the Faculty of Dental Medicine of Porto respects the temperature values and the values of cooling water flow rates described in the existing literature.

**Material and Methods:** The temperatures and flow rates of the cooling water of 20 dental equipments associated with 20 couplers and 20 dental turbines belonging to 4th and 5th year students of the Faculty of Dental Medicine of Porto were measured. These same measurements were also performed after maintenance of the couplers and turbines.

**Results:** It was observed that maintenance had a statistically significant influence ( $p = 0.000$ ) with 95% confidence in the values of temperature and in the flow rate values of the cooling water, at the level of the turbines. At the coupling level, maintenance had a statistically significant influence on the flow rates of the cooling water ( $p = 0.000$ ), but not in the cooling water temperatures ( $p = 0.474$ )

Cooling water temperatures recorded at the level of the 20 turbines, before and after maintenance, remain below  $35^{\circ}\text{C}$ . The flow rates of the cooling waters increased their values after maintenance, with only 3 turbines below  $50\text{ mL} / \text{min}$   
Strong correlations ( $r > 0.500$ ) were detected between the two variables.

**Conclusions:** The maintenance of the couplers and turbines exerts a statistically significant influence on the refrigeration, both at flow rate values and at the temperature values of the cooling water.

The refrigeration of dental equipment of the Faculty of Dentistry of Porto respects the values of temperature ( $<35^{\circ}\text{C}$ ) and values of flow rates ( $> 50\text{ mL} / \text{min}$ ) described in the literature.

Strong correlation between variables. When higher cooling water flow rates were recorded, these were accompanied by higher cooling water temperatures.

## **Keywords**

Refrigeration dental

Cooling water

Dental turbine

Pulpal trauma

Heat pulp

Cutting efficiency

Cut rate

## Introdução

As turbinas dentárias são instrumentos amplamente utilizados na prática clínica em Medicina Dentária, tendo como função principal fornecer forma adequada aos dentes para receberem restaurações. As turbinas dentárias de alta velocidade tornam-se assim importantes devido à sua eficiência, permitindo que os tecidos mineralizados sejam preparados com o mínimo de esforço. (1,2)

As turbinas de alta velocidade incorporam sistemas de refrigeração de água para remover os detritos provenientes do processo de corte e para proteger a saúde e a vitalidade do tecido pulpar. (3) Inicialmente as turbinas dentárias apresentavam apenas uma saída de água localizada às 6 horas. Entretanto, aparecerem no mercado turbinas com 3 saídas de água localizadas nas posições 2, 6 e 10 horas, e também de quatro saídas de água localizadas às 3, 6, 9 e 12 horas. (4)

Não existem ainda diretrizes estabelecidas para os Médicos Dentistas na hora da escolha de uma turbina dentária, existindo ainda poucos estudos que comparem o desempenho e funcionalidade das diferentes turbinas, e que permitam assim uma escolha fundamentada e acertada de qual turbina utilizar. (3) Como os critérios de seleção de uma turbina dentária não se encontram ainda bem definidos, a seleção baseia-se normalmente no preço, na sensibilidade, no peso, no tamanho, nos serviços pós-venda e, em certa medida, na turbina utilizada durante a formação académica, pois é o primeiro contacto do Médico Dentista com a mesma. (4)

### 1. Refrigeração da Turbina Dentária

A irrigação da turbina dentária é um fator de grande importância no trabalho do Médico Dentista pois é responsável pelo arrefecimento do dente durante as preparações dentárias evitando danos térmicos na polpa, por outro lado ajuda também na remoção de resíduos consequentes do corte exercido pelo instrumento de corte dentário dentária, e ainda diminuir a probabilidade de entupimento do equipamento dentário. (5–7)

Garantir a saúde e a vitalidade dos tecidos pulpares através do arrefecimento, com um líquido de refrigeração, da interface entre o instrumento de corte rotativo e o dente durante um procedimento de corte, é uma preocupação que já foi determinada há décadas. (4,7–9)

Se não for controlado, o calor gerado durante as preparações dos dentes pode danificar o estado vascular da polpa. Sozinho, o ar refrigerante da turbina é insuficiente para impedir o

aumento de temperatura sentido na camara pulpar e consequente dano pulpar, mas o uso do pulverizador de água pode controlar esse aumento de temperatura. (2,5)

A refrigeração por aspersão de água é essencial em procedimentos de alta velocidade, independentemente do tipo de instrumento de corte rotativo ou da pressão aplicada à turbina. (1,7,8,10,11)

Está bem estabelecido que os pulverizadores de água refrigerante direcionados para a interface instrumento rotativo de corte / dente reduzem o risco de danos térmicos na polpa dentária durante os procedimentos de corte. (1,4,6,7)

Grandes volumes de água que pulverizam os instrumentos de corte rotativo utilizadas na turbina durante o corte, podem ser um impedimento para a visualização completa do dente que está a ser preparado, especialmente nas margens. Embora as taxas reduzidas de pulverização de líquido refrigerante possam ter como benefício o aumento da visibilidade, essas mesmas taxas devem ser evitadas pois podem ser a causa da perda de vitalidade do dente que está a ser preparado. (12)

O Médico Dentista deve ter especial cuidado durante as preparações dentárias com a turbina, para que não haja zonas de sombra na interface entre o instrumento de corte dentário e as saídas de água da cabeça da turbina, e assim não se verificarem zonas de contacto do instrumento de corte com o dente sem a pulverização de água. (2)

No que diz respeito às propriedades dos irrigantes de refrigeração da turbina dentária, estudos concluem que a solução de glicerol, álcool e água confere ao líquido refrigerante propriedades lubrificantes através do aumento da viscosidade da solução, e produz efeitos quimiomecânicos ao nível do substrato, fazendo com que as velocidades de corte sejam mais elevadas quando comparando com soluções que apresentam apenas água, e produzindo ainda uma superfície de acabamento do dente/restauração mais lisa. (5)

Num outro estudo desenvolvido por Siegel e Von Fraunhofer em que foram estudadas as taxas de corte de dissecação dentária usando 3 diferentes soluções de refrigeração (água, solução salina e solução de lactato de Ringer) conclui-se que não existem diferenças significativas nas taxas de corte entre a água e a solução salina. Por outro lado a solução de lactato de Ringer quase que duplicou a taxa de corte comparando com as soluções descritas anteriormente. (11)

### **1.1. Temperatura da água de refrigeração**

Quanto à temperatura do líquido de refrigeração, a literatura é clara no que diz respeito ao resfriamento da água utilizada durante os procedimentos de corte, sendo obrigatório que haja uma temperatura ideal da água de refrigeração para proteger a saúde pulpar. (10,12,13) Está comprovado que a temperatura da água de arrefecimento influencia na temperatura do dente e que esta aumenta durante a preparação do dente. (10,13)

O arrefecimento por aspersão de água é essencial em procedimentos de corte de alta velocidade, independentemente do tipo de carga aplicada ou do tipo de broca associada. A temperatura da água não deve exceder os 35°C para que se evite uma secagem excessiva do dente e um aumento indesejado da temperatura da câmara pulpar. (1,2,10)

Estudos *in vivo* demonstram que a partir de certas temperaturas, que rondam os 41,5°C e 42,5°C, poderá ocorrer uma irritação dos tecidos pulpares, nomeadamente estudos efetuados em macacos revelaram que um aumento de 5,5°C é o máximo que a polpa dentária aguenta sem sofrer danos (9,10)

Ficou provado que quando foram utilizadas águas de arrefecimento com temperaturas entre os 42,1°C e 44,4°C, foi observado um aumento da temperatura na câmara pulpar. (10)

O corte intermitente de dentes com uma temperatura da água de refrigeração entre os 30°C e os 32°C, resultou em benefícios para os dentes. Por outro lado, temperaturas de arrefecimento na ordem dos 38°C aos 43°C não resultaram num arrefecimento do dente, que ronda os 37°C, pelo contrário, resultaram num aumento da temperatura da câmara pulpar. (12,13)

### **1.2. Caudal de fluxo da água de refrigeração**

Quanto as taxas de fluxo de refrigeração, não foram encontrados estudos que abordam a influência da manutenção, assim como estudos que definam quais as taxas ótimas de fluxo de refrigeração durante os procedimentos clínicos. (6)

A recomendação da Organização Internacional de Normalização (ISO) para os índices de fluxo de refrigeração das turbinas dentárias quando são efetuados preparos das peças dentárias é de 50mL/min. (12)

As taxas de corte dos tecidos duros dentários são proporcionais às taxas de fluxo de refrigeração durante o corte, ou seja, quanto maior o fluxo de refrigeração maior será a taxa de corte. (6,12)

Estudos que analisaram a eficiência de corte de turbinas utilizando diferentes fluxos de água (15, 25 e 35 mL/min), chegaram à conclusão que a eficiência no corte apresentou melhores desempenhos com os fluxos de água mais elevados, de 25 e de 35 mL/min, não havendo diferenças significativas entre estes dois fluxos. (3)

Existe também um estudo que comparou o efeito de diferentes taxas de fluxo de refrigeração na eficiência de corte da pedra de diamante e concluiu que o aumento da taxa de refrigeração de 15 ml/min para 25 ml/min resultou num aumento de 80% na taxa de corte, e que um aumento de 15ml/min para 30ml/min resultou num aumento de 160% na taxa de corte. Por outro lado o aumento adicional da taxa de fluxo de refrigeração acima de 30 ml/min não melhorou a taxa de corte. (6)

## **2. Manutenção das turbinas e acopladores dentários**

Não existem ainda na literatura estudos que abordem as normas de manutenção/higienização das turbinas e acopladores, e qual a sua influência no caudal do fluxo e na temperatura das águas de refrigeração destes equipamentos dentários na prática clínica. Apenas são descritas as normas de manutenção, que diferem consoante a marca comercial dos equipamentos dentários, nos seus manuais de instruções.

## **3. Objetivos**

O objetivo desta investigação é estudar a influência da manutenção das turbinas dentárias e acopladores na qualidade da refrigeração, nomeadamente ao nível da temperatura da água de refrigeração e das taxas de fluxo do líquido de refrigeração.

Também apresenta como objetivo identificar se o equipamento utilizado na Faculdade de Medicina Dentária do Porto respeita os valores de temperatura e os valores de taxas de fluxo da água de refrigeração descritos na literatura existente.



## Material e Métodos

A revisão bibliográfica foi realizada nas bases dados Pubmed e ScienceDirect de Fevereiro a Maio de 2016, utilizando diferentes palavras-chave e diferentes associações de palavras-chave. As palavras chaves utilizadas foram “*Refrigeration Dental, Cooling Water, Dental Turbine, Pulpal Trauma, Heat Pulp, Cutting efficiency, Cut rate*”. Os artigos foram seleccionados pelo título e o idioma. Apenas foram admitidos artigos em português e em inglês. Dos 56 artigos seleccionados, 28 foram excluídos após leitura do resumo/abstract e 9 após a leitura total do artigo. Foram seleccionados estudos *in vivo*, *in vitro* e metaanálises .

### Materiais

Neste estudo foram utilizados:

1. 20 equipamentos dentários da clínica da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto;
2. 20 Turbinas pertencentes aos estudantes do 4º e 5º anos da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto;
3. 20 Acopladores Kavo MULTIFlex 465 LED pertencentes à Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto;
4. Proveta de 250 mL milimetrada;
5. Termómetro Digital;
6. Sistema de Limpeza Smart Cleaner®;
7. Selamentos elásticos - O-rings;
8. Chaleira;
9. Agulha de limpeza os orifícios da cabeça da turbina;
10. Escova de cerdas finas;
11. Detergente enzimático;
12. Lubrificante KaVo;
13. Gazes;
14. Água destilada;
15. Lubrificante KaVo;
16. Cronómetro.

## Procedimentos

### 1. Obtenção de dados

Para analisar a influência da manutenção das turbinas e acopladores dentários nos fluxos de refrigeração, foram observados os caudais de fluxo (mL/min) e as temperaturas (°C) da água de refrigeração, antes e depois da manutenção das turbinas e dos acopladores. Para isso foram selecionadas 20 turbinas KaVo de estudantes do 4º e 5º anos da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto e 20 acopladores KaVo MULTiflex, Figura 1, que foram montados em 20 equipamentos dentários, selecionadas aleatoriamente, pertencentes à faculdade. O modelo de turbina selecionado foi KaVo SMARTtorque S619 L, Figura 2, e as suas características estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1: Características da turbina KaVo SMARTtorque LUX S619 L.

Modelo	SMARTtorque LUX S619 L
Característica Técnicas	
Potência	15 W
Pressão de acionamento	2.1 to 4.2 bar (30 to 61 psi)
Pressão da água	0.8 to 2.5 bar (12 to 36 psi)
Pressão de trabalho recomendada	2 a 3 N
Acoplamento	KaVo MULTIFlex
Consumo de ar	40 NI/min
Velocidade	350,000 a 400,000 rpm
Medidas da cabeça	Standart



Figura 1 – Acoplador Kavo MULTIFlex 465 LED      Figura 2 – Turbina SMARTorque LUX S619 L

### **1.1. Medição do caudal do fluxo e da temperatura da água de refrigeração**

Para medir o caudal do fluxo de refrigeração foi utilizado um recipiente graduado com 250 mililitros (mL) para onde se verteu o fluído de refrigeração durante exatamente um minuto, com o pedal da cadeira dentária acionada na potência máxima. Desta forma, obteve-se o caudal do fluxo em mililitros por minuto (mL/min).

Foram realizadas 5 medições em cada uma das cadeiras dentárias selecionadas aleatoriamente. A medição 1 foi realizada ao nível da mangueira, a medição 2 ao nível do acoplador ligado à mangueira, e a medição 3 foi realizada com a mangueira e o acoplador conectados à turbina. Quanto às medições 4 e 5 correspondem às repetições das medições 2 e 3, respetivamente, mas realizadas após a manutenção dos acopladores e das turbinas.

Procedeu-se também à observação e registo da temperatura da água de refrigeração em todas as medições efetuadas. Recorreu-se a um termómetro digital á prova de água, tendo sido colocado no interior do recipiente graduado de 250 ml, de modo a ser efetuada a medição da temperatura da água de refrigeração aos 60 segundos.

### **1.2. Manutenção das turbinas e acopladores dentários**

A manutenção das turbinas e dos acopladores foi efetuada após a realização das medições 1, 2 e 3, ou seja, antes da medição 4, e foi dividida em 3 etapas.

Numa primeira etapa foi efetuada a higienização da turbina com uma gaze humedecida em detergente enzimático para remover todas as sujidades superficiais. Depois

com uma gaze humedecida em água destilada removeram-se todos os resíduos de detergente e com uma gaze seca procedeu-se à secagem. De seguida com uma escova de cerdas finas e uma agulha, foram limpos os orifícios com auxílio também do lubrificante Kavo.

Numa segunda etapa utilizou-se o sistema Smart Cleaner® da Strauss Co., descrito na Tabela 4, para remover bloqueios presentes na turbina e no acoplador causados por micropartículas transportados no abastecimento de água, e trocaram-se também alguns Orings, anéis de vedação do acoplador, que se verificou estarem danificados. O processo de limpeza usando o sistema Smart Cleaner® da Strauss Co foi repetido duas vezes por cada instrumento (acoplador e turbinas).

Numa terceira e última etapa procedeu-se à lubrificação da turbina e do acoplador com lubrificante da Kavo. A lubrificação foi efetuada com os adaptadores próprios para a cabeça da turbina, figura 3, durante cerca de 1 a 2 segundos, depois na base da turbina, figura 4, durante cerca de 2 a 3 segundos, e por fim na base do acoplador, figura 5, durante cerca de 2 a 3 segundos. Uma pausa de 10 minutos foi respeitada após o uso do sistema Smart Cleaner® e após da realização da lubrificação.



Figura 3 – Lubrificação da cabeça da turbina






Figura 4 – Lubrificação da base da turbina

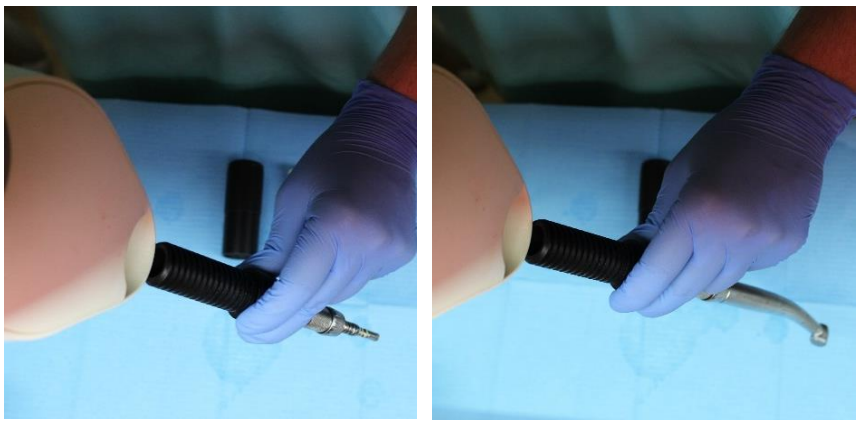




Figura 5 – Lubrificação do acoplador

Tabela 2: Etapas da manutenção de turbina e acoplador recorrendo ao sistema de limpeza Smart Cleaner® da Strauss & Co.

<p>1) Encaixar o conector do Smart Cleaner® no acoplador ou no acoplador e na turbina juntas.</p>	
<p>2) Desmontar o punho roscado do Smart Cleaner®.</p>	
<p>3) Remover o pistão Smart Cleaner®.</p>	



<p>4) Encher metade do Smart Cleaner® com água quente.</p>	
<p>5) Voltar a colocar o pistão Smart Cleaner® e pressionar o pistão.</p>	
<p>6) Em caso de insucesso, ou a resistência ser demasiado grande para a pressão normal da mão, colocar a alavanca roscada e aparafusar até sair a água.</p>	

## **2. Análise estatística**

Para proceder à apresentação dos dados obtidos, recorreu-se ao uso de tabelas e gráficos com os respetivos dados obtidos da análise estatística.

A análise dos dados foi realizada através de estatística descritiva e inferencial, pelo que foi utilizado o software SPSS-24.0 (Statistical Package for the Social Sciences).

Tendo em consideração o cumprimento dos critérios necessários para a realização de testes de hipóteses paramétricos, conclui-se que a amostra não segue uma distribuição normal nas variáveis em estudo. Desta forma, foi utilizado o teste de Wilcoxon que é utilizado quando se pretende comparar a medida de tendência central da população em estudo com um determinado valor teórico (14)

Para verificar a existência de associações entre as variáveis em estudo nos dois momentos foi utilizado o Coeficiente de Correlação de Spearman que é uma medida de associação não paramétrica entre duas variáveis pelo menos ordinais. Este coeficiente é obtido através da substituição dos valores das observações pelas respetivas ordens. As medidas de associação quantificam a intensidade e a direção da associação entre duas variáveis (14)

Resta ainda salientar que para o cálculo estatístico deste estudo foram tidas em consideração a repetição de cada medição três vezes. Foram realizadas 5 medições anteriormente já descritas por cada cadeira dentária selecionada ( $n=20$ ), o que resulta num total de ( $n=60$ ) 60 registos da temperatura da água aos 60' (°C) e um total de ( $n=60$ ) 60 registos do caudal do fluxo de água (mL/min), para cada uma das 5 medições efetuadas.

## Resultados

Nas Tabelas 3 e 4 estão presentes as distribuições das variáveis em estudo e diferenças acumuladas por momento antes e após a manutenção.

**Tabela 3.** Distribuição da variável Temperaturas das águas de refrigeração aos 60 segundos e diferenças acumuladas por momento

Temperatura da água de refrigeração aos 60' (°C)							
	Medição	Média (°C)	Diferencial (°C)	Dif. %	Desvio-padrão (°C)	Mínimo (°C)	Máximo (°C)
Antes da manutenção	Medição 1	20,53	-	-	2,31	15,60	24,80
	Medição 2	28,53	8,00	38,94	2,11	23,00	32,30
	Medição 3	26,29	-2,24	-7,86	1,73	22,10	29,40
Depois da manutenção	Medição 4	28,56	-	-	2,73	23,10	32,50
	Medição 5	27,11	-1,45	-5,08	2,18	17,50	30,10

Relativamente aos valores da temperatura da água antes da manutenção, foi observado ao nível da mangueira uma temperatura média de 20,53°C (medição 1), já ao nível do acoplador (leitura 2) a temperatura média foi de 28,53°C, e ao nível da turbina (leitura 3) foi registada uma temperatura média 26,29°C.

Quanto aos valores da temperatura da água após a manutenção, ao nível do acoplador (medição 4), foi registada uma temperatura média de 28,56°C, já ao nível da turbina (medição 5) a temperatura média foi de 27,11°C.



Na Figura 6 estão ilustradas as médias das temperaturas das águas de refrigeração dispostas em gráfico.

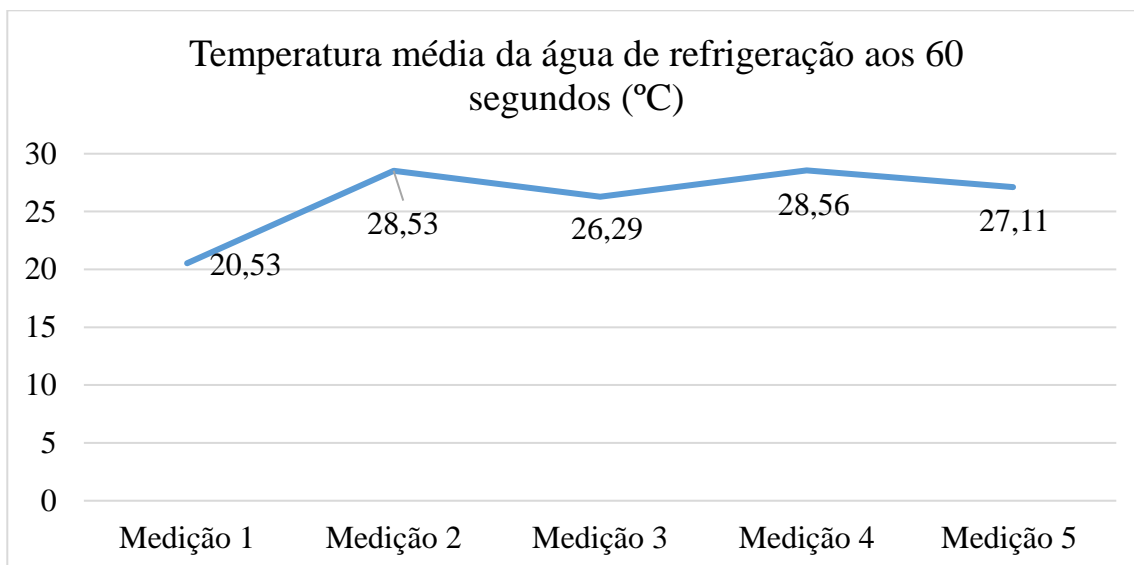


Figura 6 - Temperaturas médias das águas de refrigeração aos 60 segundos (°C)

Verificamos que a média da temperatura da água de refrigeração tanto ao nível do acoplador e da turbina no momento antes e no momento depois da manutenção, foi idêntica em ambos os momentos, antes da manutenção e depois da manutenção.

**Tabela 4.** Distribuição da variável Caudal do fluxo da água de refrigeração e diferenças acumuladas por momento

Caudal do Fluxo da água de refrigeração (mL/min)							
	Medições	Média (mL/min)	Diferencial (mL/min)	Dif. %	Desvio-padrão (mL/min)	Mínimo (mL/min)	Máximo (mL/min)
Antes da manutenção	Medição 1	106,36	-	-	26,39	71,00	157,00
	Medição 2	69,46	-36,90	-34,69	21,20	37,00	113,00
	Medição 3	49,47	-19,99	-28,78	14,88	30,00	77,00
Depois da manutenção	Medição 4	80,51	-	-	22,31	49,00	118,00
	Medição 5	65,88	-14,63	-18,17	14,22	43,00	91,00

Quanto ao caudal de fluxo de água antes da manutenção, foi registado ao nível da mangueira (medição 1) um caudal de fluxo médio de 106,36 mL/min, já ao nível do acoplador (medição 2) foi registado um caudal de fluxo médio de 69,46 mL/min, por último, ao nível da turbina (medição 3) foi registada um fluxo médio de 49,47 mL/min.

Após realizada a manutenção, o valor médio do caudal de fluxo da água de refrigeração ao nível da mangueira e acoplador (medição 4) foi de 80,51 mL/min, e ao nível da turbina (medição 5) o valor médio do caudal foi de 65,88 mL/min.

Na Figura 7 estão ilustradas os caudais dos fluxos médios das águas de refrigeração dispostas em gráfico.

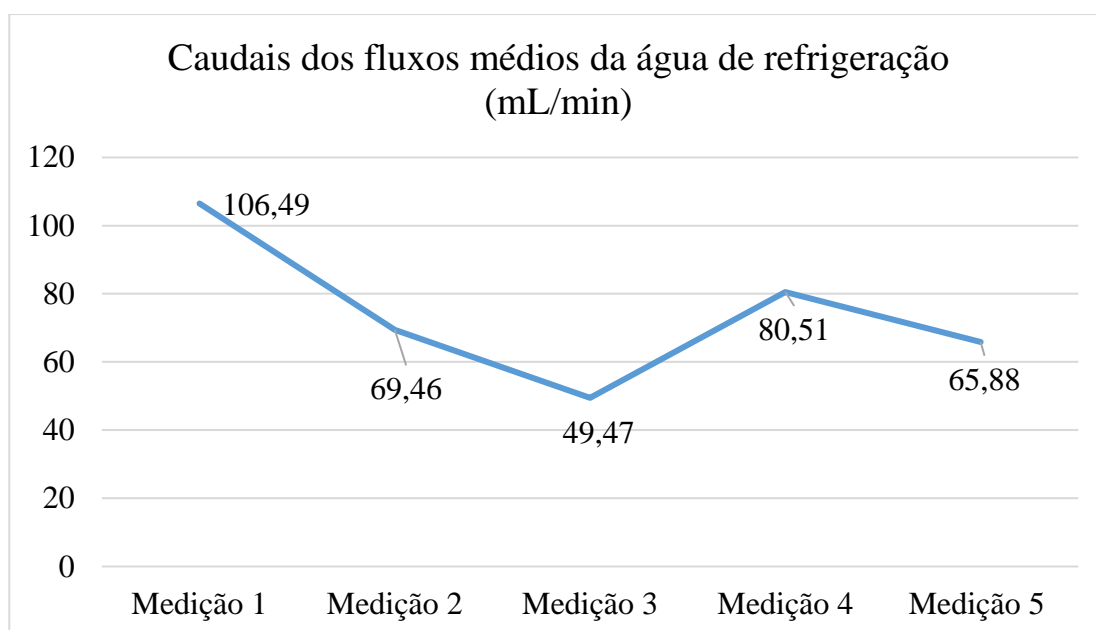


Figura 7 - Caudais dos fluxos médios das águas de refrigeração (mL/min).

Pela análise do gráfico da Figura 7, verificamos que a média do caudal do fluxo da água de refrigeração tanto ao nível do acoplador como da turbina antes da manutenção (medições 2 e 3) aumentaram a seguir à manutenção (medições 4 e 5).

Na Figura 8, estão descritas as temperaturas da água de refrigeração, das 20 turbinas selecionadas, antes da manutenção (leitura 3) e depois da manutenção (leitura 5), comparando com o valor de 35°C.

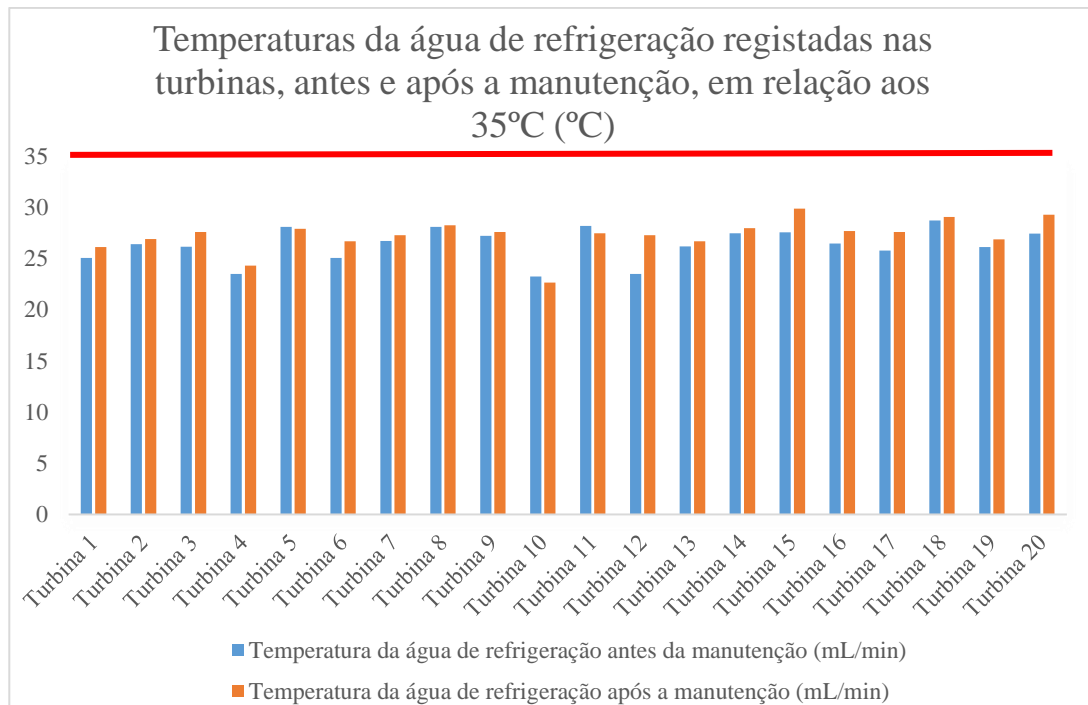


Figura 8 - Temperaturas da água de refrigeração registradas nas turbinas antes e após a manutenção, em relação aos 35°C (°C)

Como podemos observar no gráfico da Figura 8 as temperaturas das águas de refrigeração registradas ao nível da turbina (medição 3 e 5) de todas as turbinas analisadas não igualam nem ultrapassam o valor de 35 °C.

Na Figura 9, estão apresentados em gráfico os caudais dos fluxos da água de refrigeração, das 20 turbinas selecionadas, antes da manutenção (leitura 3) e depois da manutenção (leitura 5), comparando com o valor de 50 mL/min.

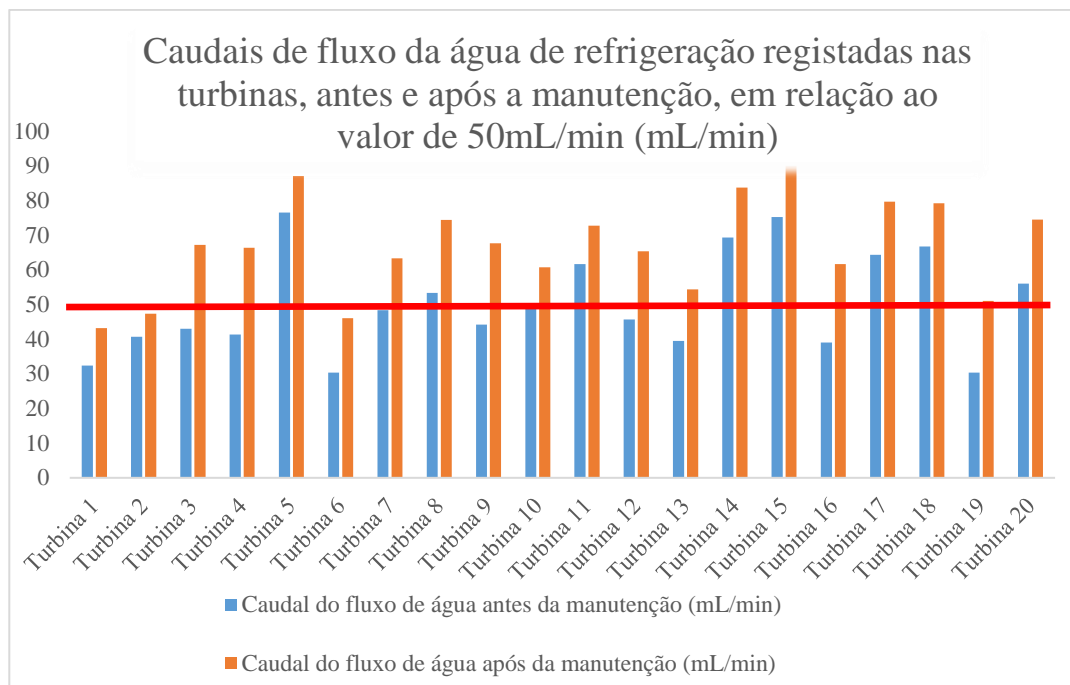


Figura 9 - Caudais de fluxo da água de refrigeração registadas nas turbinas, antes e após a manutenção, em relação ao valor de 50mL/min (mL/min)

Pela análise do gráfico da figura 9, 12 das 20 turbinas analisadas registaram caudais de fluxo abaixo dos 50 mL/min. Depois de efetuada a manutenção registou-se um aumento do caudal do fluxo de água em todas as turbinas, e apenas 3 turbinas continuaram com um caudal de fluxo abaixo dos 50 mL/min.

Para verificar a existência de diferenças estatisticamente significativas entre o momento antes e o momento após a manutenção, quer nos valores da temperatura, quer nos valores do caudal do fluxo de água de refrigeração, recorreu-se à análise da significância do teste de Wilcoxon.

### 1. Comparação das temperaturas da água de refrigeração (°C) antes e após a manutenção

Tabela 5 - Resultados obtidos da análise estatística da variável temperaturas da água de refrigeração (°C), entre os dois momentos

Resultados	Legenda
Negativos	Temperatura das águas de refrigeração antes da manutenção > Temperatura das águas de refrigeração após a manutenção.
Positivos	Temperatura das águas de refrigeração antes da manutenção < Temperatura das águas de refrigeração após a manutenção.
Empates	Temperatura das águas de refrigeração antes da manutenção = Temperatura das águas de refrigeração após a manutenção.

#### 1.1. Acoplador conectado à Mangueira – Medição 2 e 4

Tabela 6 - Teste de Wilcoxon – Temperatura da água aos 60 segundos ao nível do Acoplador conectado à Mangueira.

	n	Percentagem (%)
<b>Negativos</b>	25	41,67
<b>Positivos</b>	33	55
<b>Empates</b>	2	3,33
<b>total</b>	60	100

(p) Wilcoxon p=0,474

Os resultados da temperatura da água de refrigeração antes (medição 2) e da temperatura de refrigeração após a manutenção (medição 4), são descritas na tabela 1, e apresentaram diferenças negativas (n=25; 41,67%), observando-se que em 41,67% dos casos a temperatura da água após a manutenção foi menor que a temperatura da água antes da manutenção, mas também apresentaram diferenças positivas (n=33; 55%), indicando que em 55% dos casos a temperatura verificada após a manutenção foi mais elevada do que a temperatura verificada antes da

manutenção, houve também empates ( $n=2$ ; 3,33%), demonstrando que em 3,33% casos os valores da temperatura foram iguais na fase anterior e na fase posterior à manutenção.

### 1.2. Turbina e Acoplador conectados à Mangueira – Medição 3 e 5

Tabela 7 - Teste de Wilcoxon – Temperatura da água aos 60 segundos ao nível da turbina conectado ao acoplador e à Mangueira.

	<b>n</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
<b>Negativos</b>	11	18,33
<b>Positivos</b>	49	81,67
<b>Empates</b>	0	0,00
<b>total</b>	60	100

(p) Wilcoxon  $p=0,000$

Os resultados da temperatura da água de refrigeração antes da manutenção (medição 3), e após a manutenção (medição 5), são descritos na tabela 2, apresentando diferenças negativas ( $n=11$ ; 18,33%) e demonstrando que em 18,33% dos casos a temperatura da água após a manutenção foi menor que a temperatura da água antes da manutenção, bem como diferenças positivas ( $n=49$ ; 81,67%), mostrando que em 81,67% dos casos a temperatura da água de refrigeração após a manutenção foi superior à temperatura verificada antes da manutenção.

## 2. Comparação dos caudais de fluxo da água de refrigeração, antes e após a manutenção (mL/min)

Tabela 8 - Legenda dos resultados obtidos da análise estatística da variável Caudal do fluxo das águas de refrigeração, entre os dois momentos

<b>Resultados</b>	<b>Legenda</b>
<u>Negativos</u>	Caudal do fluxo das águas de refrigeração antes da manutenção > Caudal do fluxo das águas de refrigeração após a manutenção.
<u>Positivos</u>	Caudal do fluxo das águas de refrigeração antes da manutenção < Caudal do fluxo das águas de refrigeração após a manutenção.
<u>Empates</u>	Caudal do fluxo das águas de refrigeração antes da manutenção = Caudal do fluxo das águas de refrigeração após a manutenção.

### 2.1. Acoplador conectado à Mangueira – Medição 2 e 4

Tabela 9 - Teste de Wilcoxon – Caudal do fluxo da água de refrigeração ao nível do acoplador conectado à Mangueira.

	<b>n</b>	<b>Percentagem (%)</b>
<b>Negativos</b>	1	1,67
<b>Positivos</b>	52	86,67
<b>Empates</b>	7	11,67
<b>total</b>	60	100

(p) Wilcoxon  $p=0,000$

Os resultados do caudal de fluxo da água de refrigeração antes da manutenção (medição 2) e após a manutenção (medição 4), são descritos na tabela 3, e apresentam diferenças negativas ( $n=1$ ; 1,67%), indicando que em 1,67% dos casos o caudal do fluxo da água de refrigeração após a manutenção foi menor que o caudal de fluxo da água de refrigeração antes da manutenção, bem como diferenças positivas ( $n=52$ ; 86,67%), demonstrando que em 86,67% dos casos o caudal do fluxo da água de refrigeração após a manutenção foi maior do que o caudal do fluxo da água de refrigeração antes da manutenção.

### 2.2. Turbina conectado ao acoplador e à mangueira – Medição 3 e 5

Tabela 10 - Teste de Wilcoxon – Caudal do fluxo da água de refrigeração ao nível da turbina conectada ao acoplador e à Mangueira.

	<b>n</b>	<b>Percentagem (%)</b>
<b>Negativos</b>	0	0,00
<b>Positivos</b>	60	100
<b>Empates</b>	0	0,00
<b>total</b>	60	100

(p) Wilcoxon  $p=0,000$

Os resultados do caudal de fluxo da água de refrigeração antes da manutenção (medição 3) e após a manutenção (medição 5), são descritos na tabela 4 e apresentam apenas diferenças positivas ( $n=60$ ; 100%), indicando que em 100% dos casos o caudal do fluxo da água de refrigeração após a manutenção foi maior que o caudal do fluxo da água de refrigeração antes da manutenção.

### 3. Correlações

Recorreu-se ao coeficiente de correlação de Spearman para verificar a existência de associações entre as variáveis caudal do fluxo da água de refrigeração e temperatura da água de refrigeração nos dois momentos, antes e depois da manutenção (Tabela 11).

<b>Temperatura Caudal</b>	<b>Medição 1</b>	<b>Medição 2</b>	<b>Medição 3</b>	<b>Medição 4</b>	<b>Medição 5</b>
<b>Medição 1</b>	0,752**				
<b>Medição 2</b>	0,683**	0,454**			
<b>Medição 3</b>	0,646**	0,444**	0,600**		
<b>Medição 4</b>	0,790**	0,497**	0,509**	0,575**	
<b>Medição 5</b>	0,728**	0,527**	0,644**	0,582**	0,702**

Tabela 11 - Coeficiente de Spearman entre as variáveis em estudo nos dois momentos

\*\* A correlação é significativa no nível 0,01 (bilateral)

Os resultados observados na tabela 11, indicam a existência de associações positivas estatisticamente significativas entre todas as variáveis em estudo e em todos os momentos, antes e depois da manutenção. Verificamos que a temperatura da água de refrigeração na turbina apresenta uma associação positiva com o caudal do fluxo da água de refrigeração muito forte antes ( $r=0,600$ ) e após a manutenção ( $r=0,702$ ).



## Discussão

Esta investigação deve ser encarada como uma investigação piloto, sendo que são necessários mais estudos para confirmar estes resultados, com uma amostra mais alargada.

O presente estudo teve como objetivos, já referidos anteriormente, verificar quais as cadeiras dentárias ao nível das turbinas dentárias, da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto, que respeitam os parâmetros de caudal de fluxo ( $>50$  mL/min) e de temperatura da água de refrigeração ideais ( $<35^{\circ}\text{C}$ ), e verificar também se a manutenção das turbinas dentárias e acopladores influenciam as temperaturas e os caudais de fluxo das águas de refrigeração.

Com análise da literatura referente a este tema, verificamos não haver investigações que estudem a influência da manutenção dos acopladores e das turbinas, nem dos critérios ideais para a escolha de uma turbina dentária, tornando difícil uma possível comparação dos dados obtidos. A literatura existente foca-se mais na influência de esterilização nos instrumentos dentários (15,16) e nas suas características. (17,18) Existe também muito pouca informação no que diz respeito aos processos de manutenção dos acopladores e turbinas, havendo a respetiva informação apenas descrita nos livros de instruções dos fabricantes da marca.

Na literatura encontramos estudos que abordaram a influência das diferentes temperaturas das águas de refrigeração na temperatura intrapulpar, chegando à conclusão que temperaturas de água de refrigeração altas, mais precisamente acima dos  $35^{\circ}\text{C}$ , ultrapassam a temperatura intrapulpar de  $5,5^{\circ}\text{C}$ , comprovado por Zach e Cohen (9) como sendo o aumento da temperatura limite sentida na polpa dentária, a partir do qual ocorre a necrose pulpar. (7,10,13) Comparando com os resultados obtidos neste estudo, observamos que as temperaturas da água de refrigeração registadas em todas as medições situam-se abaixo do valor limite de  $35^{\circ}\text{C}$ , e desta forma respeitaram-se sempre os valores de temperatura da água de refrigeração descritos na literatura.

Confirma-se então, através da associação entre os dados obtidos e a análise da literatura relativa ao tema, a importância do estudo do valor da temperatura da água de refrigeração, estando diretamente envolvida na proteção da vitalidade pulpar durante os preparos dentários de dentes vitais utilizando uma turbina dentária.

Em relação ao caudal de fluxo da água de refrigeração, encontramos na literatura dois tipos de estudos, estudos que abordam a influência dos diferentes caudais de fluxo da água de refrigeração das turbinas dentárias no controle da temperatura intrapulpar do dente, (1,8) chegando à conclusão que quanto maior o caudal do fluxo menor seria a temperatura intrapulpar e consequentemente menor seria o dano pulpar para o dente; e também estudos que analisam a

influência dos diferentes caudais de fluxo da água de refrigeração na taxa de corte (3,4,6) chegando então à conclusão que caudais de fluxo da água de refrigeração mais elevados promovem uma maior taxa de corte quando comparados com caudais de fluxo menores. Apesar de ser consensual em todos os estudos que se devem utilizar caudais de fluxo de refrigeração elevados, estes não são consensuais relativamente sobre qual será o valor mais indicado na prática clínica. Para a realização deste estudo foi fixado o valor de 50mL/min ao nível da turbina (medição 3 e 5) como sendo o caudal de fluxo da água de refrigeração ótimo, e para servir também de base de comparação neste estudo, visto que é o valor defendido pela ISO e pela marca do fabricante das turbinas utilizadas. (12)

Tendo em conta o valor ótimo de 50mL/min, observamos neste estudo que, antes de efetuada a manutenção, apenas 8 caudais de fluxo da água de refrigeração, registados ao nível das 20 turbinas utilizadas, se encontram a cima deste valor, apresentando-se 12 turbinas com caudais abaixo dos 50 mL/min recomendados. Das 12 turbinas com caudais inferiores a 50mL/min antes da manutenção, apenas 3 se mantiveram abaixo deste valor após a manutenção. De referir que após a manutenção todos os caudais de fluxo da água de refrigeração aumentaram, e os 3 caudais que se mantiveram abaixo dos 50 mL/min aproximaram-se desse valor, como se pode observar na figura 9.

Fabricantes de peças de mão indicam que turbinas que apresentam três a quatro saídas de água foram projetadas de forma a assegurar que ainda houvesse líquido de refrigeração suficiente caso uma ou mais saídas ficassem obstruídas, não comprometendo a vitalidade pulpar. (4) Em todos os artigos que abordavam o número de saídas de água de refrigeração de uma turbina presentes na literatura, demonstram que o número de aberturas de pulverização determina o acesso do líquido de refrigeração à interface de corte, sendo que um maior número de saídas de líquido de refrigeração de uma turbina implica um maior aporte de líquido de refrigeração à superfície dentária e consequentemente uma maior e mais eficiente taxa de corte. (3,4)

Seria de esperar que o valor de fluxo medido nas mangueiras (medição 1) fosse homogéneo em todas as cadeiras, mas contrariamente ao esperado não foi isto que se verificou. Observamos valores de caudais de fluxo bastante díspares nas diferentes cadeiras dentárias, desde 71mL/min até 157 mL/min. Estes dados tiveram influência na heterogeneidade dos caudais de fluxo registados ao nível da turbina, que apresentou valores antes da manutenção que variam desde 30 mL/min até 77mL/min, e depois da manutenção valores de caudal de fluxo que variam desde 43 mL/min até 91 mL/min, nos dois momentos com um desvio de padrão de aproximadamente de 14 mL/min.

## **Influência da manutenção no caudal de fluxo e temperatura das águas de refrigeração**

### **Análise estatística dos valores médios**

Os valores médios das temperaturas das águas de refrigeração registadas antes e depois da manutenção são similares, observando-se um aumento médio da temperatura da água de refrigeração ao nível do acoplador, antes (medição 2) e depois (medição 4) da manutenção, de cerca de 8°C. Ao nível da turbina, este aumento é de cerca de 6°C antes da manutenção (medição 3) e 7°C depois da manutenção (medição 5), em relação aos valores registados ao nível da mangueira (medição 1).

Contrariamente ao que seria de esperar, observamos que quando adicionados o acoplador e a turbina, ocorre um aumento da temperatura da água de refrigeração depois de realizada a manutenção, que talvez possa ser explicado pelo aumento do caudal consequente da manutenção provocando maior pressão da água dentro dos instrumentos e dessa maneira o referido aumento de temperatura.

Quanto à análise dos caudais médios do fluxo da água de refrigeração antes de realizada a manutenção, ao ser feita a comparação dos valores do caudal da água de refrigeração ao nível do acoplador e da turbina com os valores registados apenas ao nível da mangueira, podemos observar uma diminuição média de cerca 33 mL/min e 56 mL/min, respetivamente.

Posteriormente à manutenção, quando comparados os valores do caudal da água de refrigeração ao nível do acoplador e da turbina com os valores registados apenas ao nível da mangueira, observa-se uma diminuição média de cerca 25 mL/min e 40 mL/min, respetivamente.

Quer antes da manutenção como depois da manutenção observamos uma diminuição do caudal do fluxo da água de refrigeração à medida que se adicionam o acoplador e a turbina, como seria de esperar, pois a água de refrigeração é obrigada atravessar o acoplador e a turbina que promovem resistência á sua passagem o que dificulta a sua saída pelos pulverizadores de água da cabeça da turbina. O decréscimo no caudal de fluxo verificou ser mais acentuado ao nível da turbina do que no acoplador pelo fato de sofrer a resistência dos dois equipamentos em vez de apenas um equipamento.

### **Teste de Wilcoxon**

Tendo em conta a variável temperatura, podemos concluir que as diferenças de temperatura da água de refrigeração entre o momento antes e o momento após a manutenção, nomeadamente ao nível do acoplador (medições 2 e 4), não são estatisticamente significativas ( $p=0,474$ ), ou seja, não podemos concluir que ocorreu uma diferença estatisticamente significativa na temperatura da água de refrigeração após a manutenção, registada ao nível dos acopladores

Já ao nível da turbina (medições 3 e 5) podemos concluir que as diferenças de temperatura da água de refrigeração entre o momento antes e o momento após a manutenção, são estatisticamente significativas ( $p=0,000$ ), ou seja, a seguir à manutenção ocorreu um aumento da temperatura das águas de refrigeração. Este facto talvez seja explicado pela remoção de obstáculos à passagem da água ao nível da turbina resultam num aumento do caudal de água, que faz com que água atravesse os equipamentos com maior pressão que tem como consequência o aumento de temperatura da água.

Quanto à variável caudal do fluxo da água de refrigeração, os resultados concluem que ao nível do acoplador (medições 2 e 4) as diferenças entre o momento antes e o momento após a manutenção são estatisticamente significativas ( $p=0,000$ ), comprovando a ocorrência de um aumento do caudal do fluxo ao nível do acoplador.

Ao nível da turbina através destes resultados conseguimos concluir que as diferenças entre o momento antes e o momento após a manutenção são estatisticamente significativas ( $p=0,000$ ), comprovando a ocorrência de um aumento do caudal do fluxo, após a manutenção.

Estes dois resultados apresentados comprovam que a manutenção dos acopladores e da turbina influenciam positivamente os caudais de fluxo da água de refrigeração, aumentando os seus valores. Os dados sugerem que a manutenção permitiu a remoção de detritos que impediam a livre circulação da água de refrigeração dentro dos instrumentos dentários, potenciando deste modo, o aumento do caudal de fluxo das águas de refrigeração.

### **Correlação de Spearman**

Foram também estudadas possíveis correlações entre as duas variáveis estudadas na investigação, onde podemos observar os resultados obtidos na tabela 11. A análise estatística não deixa dúvidas, foram encontradas associações positivas entre as duas variáveis em todos os momentos, ou seja, a partir da correlação de Spearman concluímos que para caudais de fluxo de água de refrigeração elevados eram registadas também temperaturas da água de refrigeração elevadas.

As águas de refrigeração da turbina revelam-se muito importantes e de grande influência na prática clínica relativamente à eficiência nas taxas de corte e no controlo da temperatura intrapulpar do dente, pelo que se revela essencial manter a água de refrigeração da turbina em condições ótimas de temperatura e de caudal de fluxo. Como este estudo demonstrou, a manutenção das turbinas e acopladores tem influência nas duas variáveis estudadas, aumentando os caudais de fluxo da água de refrigeração, e ajudando assim a potenciar a taxa de corte e evitar o aumento da temperatura intrapulpar sentido no dente vital. Em relação à temperatura das águas de refrigeração, verificamos que a manutenção provocou um ligeiro aumento desta temperatura, sendo esse um aumento ligeiro, registando-se temperaturas baixas, ou seja, abaixo do limite de 35°C defendido na literatura como a temperatura limite de modo a preservar a vitalidade dos tecidos pulares. Desta forma, o processo de manutenção torna-se imprescindível de modo a garantir que sejam mantidas e respeitadas as condições de refrigeração ótimas da turbina aquando da realização de atos clínicos na prática de clínica dentária.

Os resultados obtidos justificam a realização deste estudo a que me propus, e na generalidade todos os dados obtidos encontram-se de acordo com a literatura, que apesar de tudo, sobre este tema em destaque, é ainda bastante escassa.

## Conclusões

Foram avaliadas de acordo com a literatura, os caudais de fluxo e as temperaturas da água de refrigeração registadas em 20 cadeiras dentárias da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto, seleccionadas aleatoriamente, associadas a 20 acopladores Kavo MULTIFlex 465 LED e a 20 turbinas dentárias Kavo SMARTorque S619 L pertencentes aos estudantes dos 4º e 5º anos da faculdade referida.

As conclusões a que os resultados permitem chegar foram as seguintes:

- O caudal de fluxo e a temperatura da água de refrigeração registados no momento de saída pela cabeça da turbina, são parâmetros de grande importância e que devem ser monitorizados, pois influenciam diretamente a eficiência de corte e a proteção da vitalidade pulpar durante os preparos dentários.
- Foi observado que a manutenção apresentou influência estatisticamente significativa ( $p=0,000$ ) nos valores de temperatura e nos valores de caudal de fluxo da água de refrigeração, ao nível das turbinas. Ao nível do acoplador, a manutenção apenas apresentou influência estatisticamente significativa nos caudais de fluxo da água de refrigeração.
- A manutenção efetuada neste estudo verificou ser eficiente ao melhorar os níveis de caudal de fluxo, neste caso, ao elevar estes níveis acima dos 50 mL/min, e apesar de aumentar a temperatura da água de refrigeração, esse aumento é baixo, mantendo-se esses valores abaixo dos 35°C, limite de temperatura da água de refrigeração que permite uma eficiente proteção da vitalidade pulpar e diminuição do risco de danos pulpares, nomeadamente necrose pulpar, aquando das preparações dentárias em dentes vitais.
- Foram encontradas correlações positivas fortes ( $r>0,500$ ) que demonstram que para caudais de fluxo de água elevados eram associadas temperaturas de água também elevadas.
- Mediante os resultados expostos recomenda-se a manutenção regular, de modo a alcançar uma refrigeração dentária com valores ótimos.

## Bibliografia

1. Cavalcanti BN, Otani C, Rode SM. High-speed cavity preparation techniques with different water flows. *J Prosthet Dent*. 2002;87(2):158–61.
2. Heat generation during tooth preparation. Vol. 59, *Dental Abstracts*. 2014. p. 154–6.
3. Yang W, Sun J. Effect of the Spray Pattern, Water Flow Rate, and Cutting Position on the Cutting Efficiency of High-Speed Dental Handpieces. *Int J Prosthodont*. 2013;26(1):85–7.
4. Siegel SC, von Fraunhofer JA. The effect of handpiece spray patterns on cutting efficiency. *J Am Dent Assoc*. American Dental Association; 2002;133(2):184–8.
5. von Fraunhofer JA, Givens CD, Overmyer TJ. Lubricating coolants for high-speed dental handpieces. *J Am Dent Assoc*. Elsevier Masson SAS 1989;119(2):291–5.
6. von Fraunhofer JA, Siegel SC, Feldman S. Handpiece coolant flow rates and dental cutting. 2000;25(6):544-8.
7. Öztürk B, Üşümez A, Öztürk AN, Ozer F. In vitro assessment of temperature change in the pulp chamber during cavity preparation. *J Prosthet Dent*. 2004;91(5):436–40.
8. Krmek SJ, Miletic I, Simeon P, Mehičić GP, Anić I, Radišić B. The Temperature Changes in the Pulp Chamber During Cavity Preparation with the Er:YAG Laser Using a Very Short Pulse. *Photomed Laser Surg*. 2009;27(2):351–5.
9. Zach L, Cohen G. Pulp response to externally applied heat. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol*. 1965;19(4):515–30.
10. Lauer HC, Kraft E, Rothlauf W, Zwingers T. Effects of the temperature of cooling water during high-speed and ultrahigh-speed tooth preparation. *J Prosthet Dent*. 1990;63(4):407–14.
11. Siegel SC, von Fraunhofer JA. Irrigating solution and pressure effects on tooth sectioning with surgical burs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1999;87(5):552–6.
12. Siegel SC, Von Fraunhofer JA. Irrigation rates and handpieces used in prosthodontic and operative dentistry: Results of a survey of North American dental school teaching. Vol. 9,

- J Prosthet Dent. 2000. p. 82–6.
13. Ottl P, Lauer H-C. Temperature response in the pulpal chamber during ultrahigh-speed tooth preparation with diamond burs of different grit. J Prosthet Dent [Internet]. 1998;80(1):12–9.
  14. Marôco J. Analise estatística com o SPSS Statistics. In: Analise e Gestao da Informacao. 2011. p. 990.
  15. Siegel SC, Fraunhofer JA von. Effect of Handpiece Load on the Cutting Efficiency of Dental Burs. Mach Sci Technol. 1997;1(1):1–13.
  16. Dyson JE, Darvell BW. Flow and free running speed characterization of dental air turbine. 1999;27:465–77.
  17. Andersen HK, Fiehn NE, Larsen T. Effect of steam sterilization inside the turbine chambers of dental turbines. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1999;87(2):184–8.
  18. Leonard DL, Charlton DG. Performance of High-Speed Dental Handpieces Subjected To Simulated Clinical Use and Sterilization. J Am Dent Assoc. American Dental Association; 1999;130(9):1301–11.



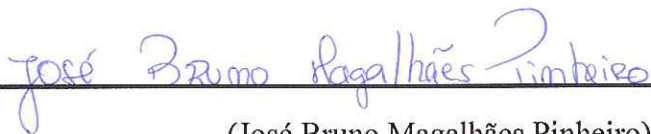
# Anexos

## DECLARAÇÃO

### Monografia de Investigação/Relatório de Atividade Clínica

Declaro que o presente trabalho, no âmbito da Monografia de Investigação/Relatório de Atividade Clínica, integrado no MIMD, da FMDUP, é da minha autoria e todas as fontes foram devidamente referenciadas.

Porto, 24 de Maio de 2017



---

(José Bruno Magalhães Pinheiro)

## PARECER

(Entrega do trabalho final de Monografia)

Informo que o trabalho de Monografia desenvolvido pelo Estudante José Bruno Magalhães Pinheiro com o título: “Influência da manutenção dos acopladores e das turbinas no fluxo de refrigeração”, está de acordo com as regras estipuladas na FMDUP, foi por mim conferido e encontra-se em condições de ser apresentado em provas públicas.

Porto, 24 de Maio de 2017

O Orientador



---

(Paulo Jorge Rocha Almeida)